ANNA FONTANA ELIANA CENTRELLA

ECTOMICORRIZE PRODOTTE DA FUNGHI IPOGEI

ECTOMYCORRHIZAE PRODUCED BY HYPOGEOUS FUNGI

Summary

The authors have almost always succeeded in identifying with certainty mycorrhizae produced by eight species of hypogeous fungi from among twenty eight fungal species found near the roots of various forest trees (pines, spruces, birchs, oaks, hornbeams, hazelnuts, chestnuts, beechs, poplars, limes). Most of the samples were obtained in Piedmont localities.

These mycorrhizal associations have been determined precisely: *Elaphomyces muricatus* with *Fagus sylvatica* and *Castanea sativa*, *Genea Klotzschii* with *Quercus petraea* and *Carpinus Betulus*, *Rhizopogon rubescens* with *Pinus sylvestris*, *Hymenogaster tener* with *Quercus petraea*, *Hysterangium clathroides* with *Quercus petraea*, and *Cenococcum graniforme* with *Quercus petraea*. More tentative are the determinations of mycorrhizae formed by *Tuber albidum* with *Pinus Pinea*, *Quercus petraea* and *Corylus Avellana*, and by *Hymenogaster Hessei* with *Quercus petraea*.

The authors describe and illustrate the various forms of ectomycorrhizae identified and note that mycorrhizae produced by hypogeous Ascomycetes characteristically have a pseudoparenchymatic mycochlaena from which sinuous, septate hyphae sometimes emanate, while those produced by hypogeous Basidiomycetes have a plectenchymatic mycochlaena from which emanate more rigid hyphae, mostly with clamp connections.

These additional associations have been observed and probably not heretofore reported: *Genea verrucosa* with *Carpinus Betulus*, *Genea Klotzschii* with *Carpinus Betulus* and *Tilia* sp., *Choiromyces meandriformis* with *Carpinus Betulus* and *Fagus sylvatica*, *Tuber nitidum* with *Populus* sp., *Carpinus Betulus* and *Corylus Avellana*, *Tuber ferrugineum* with *Corylus Avellana*, *Tuber albidum* with *Corylus Avellana*, *Tuber macrosporum* with *Corylus Avellana*, *Tuber brumale* with *Tilia* sp.

Finally, pure cultures have been isolated of mycelia of *Rhizopogon rubescens* and of *Melanogaster ambiguus* from the respective carpophores and of *Cenococcum graniforme* from sclerotia.

Lavoro n. 91 della Sezione I del Centro di Studio per la Micologia del Terreno del C. N. R., diretta dal prof. Arturo Ceruti, presso l'Istituto Botanico dell'Università di Torino.

INTRODUZIONE

Le notizie che fino ad ora si hanno sulla simbiosi micorrizica di tipo ectotrofico fra funghi ipogei ed essenze forestali (pini, abeti, pioppi, noccioli, querce, faggi, carpini, ecc.) non sono molto numerose e sono spesso assai vaghe e superficiali. Una delle cause che limita le conoscenze sulla micorrizia dovuta ad ipogei è probabilmente la difficoltà che i ricercatori incontrano in natura per scoprire le connessioni miceliari fra i corpi fruttiferi e le micorrize da questi prodotte. Infatti il ritrovamento di tali connessioni miceliari è cosa estremamente rara per la maggioranza degli ipogei: i pareri dei diversi Autori sono discordi, ma sembra probabile, almeno per i *Tuber*, che ad un certo stadio di sviluppo del corpo fruttifero esse tendano a scomparire (CERUTI, 1965).

D'altra parte, essendo assai difficile ottenere gli ipogei in coltura pura, non si conoscono ancora le caratteristiche del micelio libero di molti di essi, caratteristiche che potrebbero eventualmente farli riconoscere come produttori di determinate micorrize in natura; inoltre gli esperimenti di sintesi in laboratorio per ottenere ed identificare le micorrize prodotte da ipogei, sono stati fino ad ora relativamente pochi.

Fra i primi Autori che, già nel secolo scorso, intuirono l'esistenza di una relazione tra radici e micelio di funghi ipogei, senza tuttavia essere in grado di interpretarla in modo esatto a causa delle poche conoscenze in proposito, possiamo ricordare i fratelli TULASNE, GIBELLI, DE FERRY DE LA BELLONE, BOUDIER, REES. Il GIBELLI in particolare (1883), non limitandosi alla pura descrizione di micorrize di castagno (da lui erroneamente interpretate come radici parassitate da funghi), ma facendo anche numerose e precise illustrazioni, le prime che esistano in merito, permise a TRAPPE (1964) di affermare che alcune di esse non erano altro che micorrize dovute proprio ad un fungo ipogeo e cioè il *Cenococcum graniforme*.

Nel 1885, proprio in seguito a ricerche condotte su terreni tartufiferi in Prussia, FRANK interpretava giustamente i rapporti tra essenze forestali e funghi e introduceva e definiva il termine di « micorriza ».

In base alla nuova teoria della simbiosi micorrizica, si fece netta la convinzione che anche i funghi ipogei vivessero in simbiosi con le piante superiori. Così, già nel 1887, MATTIROLO affermava che alcune tuberacee formano micorrize con le piante forestali e, nel 1900, mettendo in rilievo che le tuberacee e in genere gli ipogei sono assai diffusi nel nostro paese, riconfermava la sua opinione sull'esistenza di una relazione fra tutti questi funghi e le radici di molte piante e sull'esistenza di una importante azione esercitata da sostanze che verrebbero prodotte dagli ipogei sulle radici e sui materiali contenuti nel terreno. MATTIROLO proponeva anche nel 1910 il nuovo termine di « tuberrize » per le micorrize prodotte dai tartufi per distinguerle da quelle prodotte dagli altri funghi ipogei ed epigei.

Dall'inizio del secolo al 1938 alcuni Autori (MATTEI e SERRA, 1904; BOYER,

1906, 1907; MATTIROLO, 1900, 1933, 1934; BAXTER, 1929; LAING, 1932; RAYNER, 1938) affermarono l'esistenza di simbiosi micorrizica fra specie di *Rhizopogon* e di *Elaphomyces* e conifere del genere *Pinus*, fra specie di *Tuber* e specie di *Populus* e *Quercus*, fra specie di *Terfezia* e specie di *Helianthemum* e *Cistus*. Solo BAXTER però, nel 1929, diede qualche indicazione sul colore, sull'aspetto e sulla struttura delle micorrize: egli accennò a micorrize con mantello fungino bianco, ramificate dicotomicamente, riscontrate su *Pinus sylvestris* e prodotte da *Rhizopogon rubescens*. In particolare nè MATTIROLO, nè altri Autori riuscirono ad individuare le micorrize dei *Tuber* fra tutte le micorrize che sempre si accompagnano a queste sulle radici dell'ospite superiore.

Nel 1937 YOUNG condusse per primo, a quanto ci risulta dalla bibliografia consultata, esperimenti di sintesi in laboratorio con funghi ipogei. Egli riuscì ad ottenere su piantine di *Pinus caribea* e di *P. taeda*, coltivate sterilmente ed inoculate con colture pure di *Rhizopogon luteolus*, le micorrize prodotte da questo fungo.

Nel 1940 SAPPA riportò i risultati ottenuti dall'infungamento di colture di *Quercus Robur* var. *peduncolata* (= *Quercus Robur* L. subsp. *Robur*) con poltiglie di *Tuber magnatum*: egli ottenne micorrize bianche, con micoclena continua e compatta, formata da ife settate con diametro di 2,5-3 μ, da lui attribuite al *Tuber magnatum*. Però sulla validità di questo esperimento si possono avanzare dei dubbi circa le condizioni di sterilità con cui fu eseguito e circa la germinabilità delle spore di *Tuber*.

Esperimenti di sintesi effettuati seguendo la tecnica di Melin furono eseguiti in Svezia da MODESS (1941) con colture pure di 55 specie di Gasteromiceti e Imenomiceti; fra questi l'Autore riportò come produttori di micorrize anche due ipogei: *Rhizopogon luteolus* che diede micorrize con *Pinus sylvestris* e *Rhizopogon roseolus* che diede micorrize con *Pinus sylvestris* e *P. montana*.

LIHNELL (1939, 1942) riuscì ad ottenere in esperimenti di sintesi, micorrize di *Cenococcum graniforme* su *Pinus sylvestris*, *Picea excelsa*, *Tilia cordata*, *Betula verrucosa* e *Populus tremula* che descrisse ed illustrò. L'aspetto ed il modo di sviluppo di questo ipogeo, la sua tendenza a produrre micorrize su vari generi di essenze forestali e la somiglianza delle sue micorrize con quelle prodotte dal *Mycelium radicis nigrostrigosum* Hatch, permisero all'Autore di accertare l'identità dei due funghi.

HACSKAYLO prima (1953) e HACSKAYLO e PALMER poi (1955) ottennero la sintesi micorrizica fra *Pinus sylvestris* e *P. virginiana* e *Rhizopogon roseolus* in colture sterili ottenute su terra-lite e una soluzione nutritizia appropriata.

In una monografia sulle *Elaphomycetales* e *Tuberales* di CERUTI (1960) si possono trovare notizie esaurienti sull'ecologia di questi ipogei e sulla loro possibile capacità a produrre micorrize con piante superiori.

DOMINIK (1961) descrisse le micorrize prodotte da *Elaphomyces cervinus* con *Picea excelsa* e le assegnò al genere *Cc* della sua ormai nota classificazione.

ZAK (1961), ZAK e BRYAN (1963) e ZAK e MARX (1964) eseguirono interes-

santi esperimenti partendo da radici micorrizate di *Pinus echinata*, P. *taeda*, *P. elliotti* var. *elliotti* e *P. palustris*. Essi, coltivando le micorrize su agar, isolarono un elevato numero di miceli di funghi simbionti fra i quali, in alcuni casi, poterono identificare quelli appartenenti a *Rhizopogon roseolus*, a *Rhizopogon* sp. ed a *Cenococcum graniforme*. LEVISOHN nel 1963 isolò *Rhizopogon luteolus* da micorrize di *Picea sitchensis*.

CERUTI e BUSSETTI nel 1962 identificarono e descrissero con abbondanza di particolari, sia macroscopici, sia microscopici, le micorrize prodotte da *Hysterangium clathroides* e da *Balsamia platyspora* rispettivamente con *Tilia europaea* e con *Tilia tomentosa*. Nello stesso anno FASSI e DE VECCHI riuscirono ad individuare ed a descrivere in modo dettagliato le micorrize di *Tuber maculatum* con *Pinus Strobus* in vivaio.

TRAPPE nel 1964, oltre ad elencare gli ospiti micorrizici del *Cenococcum graniforme*, molti dei quali fino ad allora sconosciuti, diede un quadro della distribuzione di questo fungo che pare assai estesa praticamente in tutte le regioni a clima da temperato ad artico-alpino.

Di recente TRAPPE (1967) ha descritto dettagliatamente la morfologia e l'anatomia di micorrize di *Pseudotsuga menziesii* con *Rhizopogon colossus* ottenute da sintesi in coltura pura. PACHLEWSKI (1967) ha descritto, confrontandole, le micorrize di *Rhizopogon luteolus* con *Pinus sylvestris*, sia osservate in natura, sia ottenute su agar in esperimenti di sintesi: le micorrize ottenute da sintesi corrispondono morfologicamente a quelle formate in condizioni naturali.

La fisiologia delle micorrize è un campo di ricerca estremamente delicato e pieno di problemi tuttora aperti. Per la soluzione di molti di questi sono di grande utilità, oltre alle accurate osservazioni in natura, anche gli esperimenti di sintesi in laboratorio, iniziati da Melin e dalla sua scuola fin dal 1923. Essi, come abbiamo già visto dalla bibliografia citata, sono stati effettuati anche per alcuni funghi ipogei. Accanto a questi esperimenti ne vennero eseguiti altri, iniziati nel 1950 pure da Melin, con lo scopo di accertare per mezzo di sostanze radioattive gli scambi di sostanze nutritizie tra la pianta ospite ed il micelio del fungo simbionte. A questo proposito, ci limitiamo a ricordare due degli esperimenti più significativi condotti rispettivamente da MELIN e NILSSON (1957) e da MELIN, NILSSON e HACSKAYLO (1958) in cui è stato preso in esame anche un fungo ipogeo, il *Rhizopogon roseolus*. Nel primo gli Autori somministrarono CO_2, con carbonio marcato (C^{14}), a piantine di *Pinus sylvestris* coltivate sterilmente su terra-lite e inoculate con *Rhizopogon roseolus* e *Boletus variegatus*. Essi ritrovarono, dopo poche ore, carbonio radioattivo nel micelio dei funghi simbionti, dimostrando così, in modo evidente, che i funghi micorrizici ricevono composti del carbonio dalla pianta ospite. Nel secondo osservarono che in piantine di *Pinus virginiana* inoculate con *Rhizopogon roseolus* si aveva passaggio di cationi dalla micoclena alla radice della pianta: mettendo nella soluzione nutritizia somministrata alle piantine un isotopo del sodio, il Na^{22} sotto

forma di NaCl, poterono effettivamente stabilire che gli ioni venivano prontamente trasferiti dalle micorrize alle radici e di qua ai tessuti della pianta.

L'esistenza di uno scambio di sostanze nutritizie tra il fungo ipogeo e la pianta ospite è confermata anche da una maggior rigogliosità raggiunta dalle piante micorrizate rispetto a quelle che non lo sono, come è stato chiaramente dimostrato dagli esperimenti di alcuni Autori (HACSKAYLO, 1953; LEVISOHN, 1956; SCOTT, 1960; WRIGHT, 1963).

Concludendo, in letteratura vengono indicati come produttori di micorrize ectotrofiche funghi ipogei appartenenti ai generi *Elaphomyces*, *Balsamia*, *Tuber*, *Terfezia* fra gli Ascomiceti, *Rhizopogon* e *Hysterangium* fra i Basidiomiceti ed a *Cenococcum* fra i micelii sterili.

Dobbiamo a questo punto ricordare anche il ritrovamento, piuttosto eccezionale, dovuto a FASSI (1965), di micorrize ectotrofiche di *Pinus Strobus* in vivaio prodotte da *Endogone lactiflua*. La possibilità da parte di specie di *Endogone* di produrre micorrize ectotrofiche era rimasta fino ad allora sconosciuta in quanto questi Ficomiceti ipogei sono normalmente produttori di micorrize endotrofiche su numerosissime piante erbacee ed arboree.

In letteratura, inoltre, vengono indicati come probabilmente micorrizici, solo in quanto ritrovati costantemente in vicinanza di determinate piante superiori, anche ipogei appartenenti ai generi *Hydnocystis*, *Genabea*, *Genea*, *Stephensia*, *Pachyphloeus*, *Choiromyces*, *Tirmania*, *Mattirolomyces*, *Delastria*, *Picoa* fra gli Ascomiceti e *Hymenogaster* e *Truncocolumella* fra i Basidiomiceti.

Scopo delle ricerche oggetto di questo lavoro è quello di ritrovare e descrivere nuovi casi di simbiosi micorrizica dovuta ad ipogei, in modo da aumentare le scarse conoscenze in proposito.

MATERIALE E METODI

Tutte le volte che riuscivamo a trovare corpi fruttiferi di ipogei, raccoglievamo le micorrize dell'essenza forestale presente nelle immediate vicinanze, sia che fossero visibili ad occhio nudo connessioni miceliari fra essa ed i carpofori, sia che non fossero visibili.

Anche in queste indagini abbiamo applicato il metodo dell'osservazione diretta in natura propugnato da PEYRONEL (1920) nella ricerca dei rapporti micorrizici tra funghi e piante superiori e già applicato più volte da noi presso il Centro di Studio per la Micologia del terreno (FONTANA, 1961, 1963; FASSI-DE VECCHI, 1962; LUPPI MOSCA, 1963; FASSI, 1965).

Abbiamo avuto a disposizione come materiale di studio radici micorrizate di numerose essenze forestali (pini, abeti, betulle, querce, carpini, noccioli, faggi, pioppi, tigli) prelevate in ogni stagione, durante il periodo novembre 1963-dicembre 1966, nelle seguenti località: Baldissero, Rivodora, Superga, Chieri, *Arboretum Taurinense* al Colle della Maddalena, Revigliasco e Buttigliera Alta in vicinanza di Torino, Orto Botanico e Villa Masera in Torino, Salmour, Alba, Diano d'Alba e Motta di Costigliole in provincia di Cuneo, Beaulard, Venalzio in Val di Susa e la pineta di Ravenna.

Per la tecnica usata nel prelievo, nella preparazione all'esame, sia macroscopico, sia microscopico e nella conservazione del materiale, rimandiamo ad alcuni dei lavori citati (FONTANA, 1961, 1963; FASSI-DE VECCHI, 1962).

Con il metodo e la tecnica di cui sopra abbiamo esaminato numerose radichette micorrizate raccolte in prossimità di corpi fruttiferi appartenenti a ben 28 specie di funghi ipogei (vedi tabella 1) nella speranza di riuscire ad individuare in esse i simbionti produttori delle micorrize [1]. Purtroppo però, per le difficoltà incontrate, siamo riuscite ad accertare solamente l'identità di sei forme micorriziche. Per altre due forme sono necessari ulteriori esami poichè i simbionti fungini rimangono per ora incerti.

PARTE DESCRITTIVA

Micorrize di Elaphomyces muricatus *Fr.* (= E. hirtus *Tul.*) *con* Fagus sylvatica *L. e con* Castanea sativa *Miller*

Arboretum Taurinense al Colle della Maddalena (17 maggio e 23 maggio 1966)

Il 17 ed il 23 maggio 1966, rispettivamente sotto *Fagus sylvatica* e sotto *Castanea sativa*, abbiamo raccolto nell'*Arboretum Taurinense*, a pochi chilometri da Torino, sul Colle della Maddalena, corpi fruttiferi di *Elaphomyces muricatus*. Essi hanno forma globosa, diametro variabile da 0,7 a 16 mm, superficie verrucosa e colore arancio-bruno. Sotto faggio il numero dei carpofori ritrovati è veramente rilevante: in prossimità di un solo albero ne abbiamo raccolti ben trenta. Assai minore (cinque) è il numero di quelli ritrovati sotto castagno.

Le radici prelevate in vicinanza dei corpi fruttiferi si presentavano micorri-
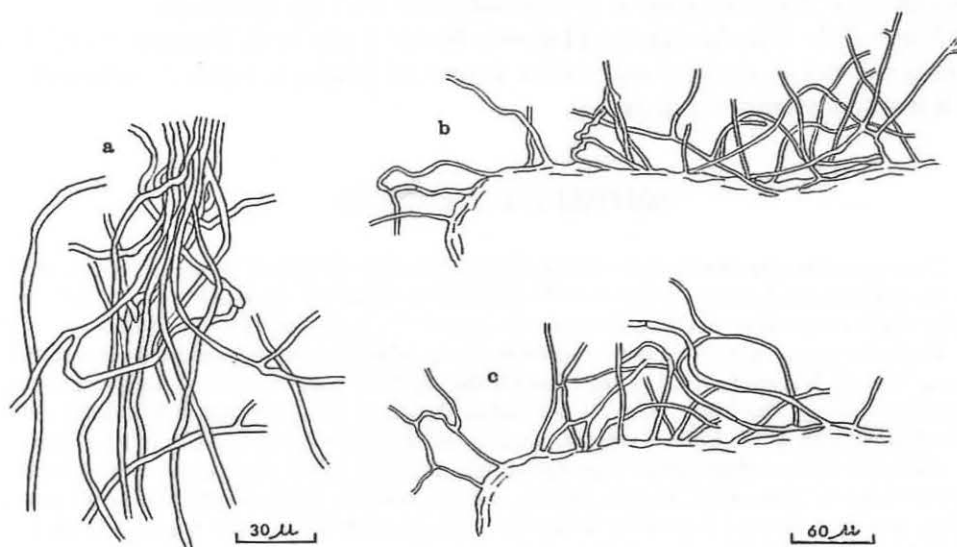
Fig. 1 - *a*) Ife prelevate all'interno di un corpo fruttifero di *Elaphomyces muricatus*; b) ife libere su micorrize di *Elaphomyces muricatus* con *Castanea sativa*; *c*) ife libere su micorrize di *E. muricatus* con *Fagus sylvatica*.

[1] Tutte le specie di ipogei sono state gentilmente determinate o controllate dal prof. Arturo Ceruti.

zate. Le micorrize formate sia su faggio, sia su castagno, hanno lo stesso aspetto macroscopico: sono semplici o ramificate riunite in piccoli mazzetti; la loro superficie appare glabra ed il loro colore è bianco-avorio (fig. 2 a, c).

Osservate al microscopio, in sezione longitudinale, presentano una micoclena di color paglierino, tendente al bruno nella parte profonda per la presenza di sostanze mucillagginose (CERUTI-BUSSETTI, 1962), con spessore variabile da 16 a 24 μ, con struttura pseudoparenchimatica a pseudocellule di forma subglobosa o poliedrica (fig. 2 b, d). Dalla superficie della micoclena si dipartono, in modo abbastanza uniforme nelle micorrize di *Castanea sativa* e meno uniforme, invece, nelle micorrize di *Fagus sylvatica*, numerose ife ialine, a parete sottile,
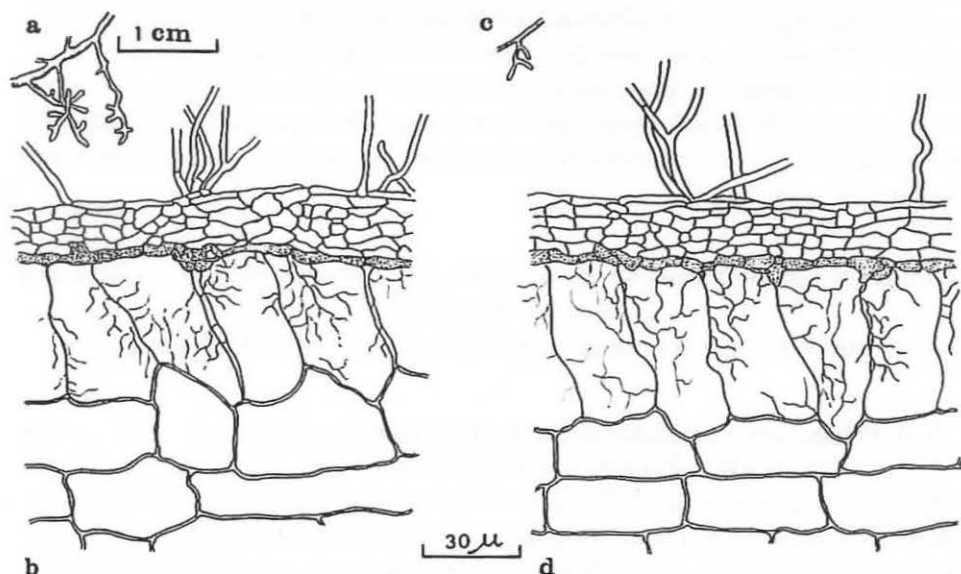
Fig. 2 - *a*) Aspetto macroscopico di micorrize di *Elaphomyces muricatus* con *Castanea sativa*, *b*) particolare di sezione longitudinale, *c*) aspetto macroscopico di micorrize di *Elaphomyces muricatus* con *Fagus sylvatica*, *d*) particolare di sezione longitudinale.

talvolta ramificate, raramente settate e con diametro variabile da 1,6 a 3,2 μ (fig. 1 b, c). Le cellule epidermiche, allungate radialmente e inclinate obliquamente rispetto all'asse longitudinale della radice, sono avvolte da un reticolo di Hartig non troppo sviluppato.

Non ci è stato assolutamente possibile osservare connessioni ifali fra le micorrize ed i carpofori. Nessuna ifa libera era visibile sul peridio di questi ultimi anche se giovani. Ci è stato possibile, invece, fare un confronto fra le ife libere della micoclena e le ife del micelio prelevato dall'interno di alcuni corpi fruttiferi integri ed ancora giovani. Le ife della gleba di *Elaphomyces muricatus*, osservate al microscopio, risultano simili a quelle della micoclena: pure esse ialine, con diametro variabile da 1,6 a 3,2 μ, raramente settate (fig. 1 a). Tale con-

fronto, da solo, non sarebbe sufficiente per confermare la simbiosi che si può tuttavia ritenere valida se si considera anche che uguali micorrize sono state trovate sotto piante di genere diverso in vicinanza della stessa specie fungina.

Già da tempo gli *Elaphomyces* sono stati segnalati come simbionti di essenze forestali. In particolare FONTANA E. (1909) riscontrò micorrize di *Elaphomyces hirtus* (= *E. muricatus*) addossate al peridio dei corpi fruttiferi e IMAI (1934) affermò che lo stesso fungo, da lui classificato però non come *E. muricatus*, ma come *E. subvariegatus* n. sp., forma micorrize ectoendotrofiche con *Picea Glehnii.*

Sulla struttura delle micorrize prodotte da *Elaphomyces muricatus* non si trovano però notizie in letteratura, e scarse sono anche le notizie sulle altre specie di *Elaphomyces.* Come abbiamo già detto, DOMINIK (1961) assegna al genere *Cc* della sua classificazione le micorrize di *Elaphomyces cervinus* su *Picea excelsa*; le micorrize di *Elaphomyces muricatus* da noi riscontrate non sono, invece, assegnabili a quel genere per la struttura decisamente pseudoparenchimatica della parte più profonda della micoclena, ma piuttosto a generi del sottotipo *F* o del sottotipo *H.*

Micorrize di Genea Klotzschii *Berk. et Br. con* Quercus petraea *Liebl. e con* Carpinus Betulus *L.*

Arboretum Taurinense al Colle della Maddalena (29 ottobre e 25 novembre 1965)

Nell'*Arboretum Taurinense* al Colle della Maddalena (Torino), il 29 ottobre ed il 25 novembre 1965 abbiamo avuto occasione di raccogliere, rispettivamente sotto *Quercus petraea* e sotto *Carpinus Betulus*, alcuni corpi fruttiferi di *Genea Klotzschii.* Essi sono di forma irregolare, di diametro variabile da 0,5 a 1 cm e di color bruno-nero (fig. 3 a). Alla loro base era presente un micelio che al microscopio appariva formato di ife di color paglierino tendente al grigio, con parete ispessita, ad andamento sinuoso, con sporgenze a gomito, settate e con diametro variabile da 4,8 a 6,4 μ (fig. 3 b).

In prossimità dei carpofori di *Genea Klotzschii*, sia sotto *Quercus petraea,* sia sotto *Carpinus Betulus*, abbiamo trovato abbondanti micorrize che presentano caratteri macro e microscopici simili. Esse sono liscie, rosate ma con la parte distale più chiara, quasi bianca, semplici o ramificate una sola volta, lunghe da 3 a 5 mm e disposte lungo la radice principale portamicorrize in grappoletti fitti (figg. 3 c, 4 a). Al microscopio, in sezione longitudinale (figg. 3 d, 4 b), si presentano costituite di una micoclena di color paglierino tendente al grigio con struttura pseudoparenchimatica e spessore variabile da 30 a 60 μ. Le pseudocellule, talvolta a parete ispessita, hanno forma globosa o poliedrica e in sezione tangenziale presentano margini sinuosi. Esse, in prossimità delle cellule epidermiche, assumono una colorazione giallo-bruna dovuta per la maggior parte a mucillaggini (CERUTI-BUSSETTI, 1962). Dal mantello fungino si dipartono ife

sinuose di color paglierino tendente al grigio chiaro, di diametro variabile da 4,5 a 6,5 μ, con parete ispessita; l'ispessimento della parete risulta però minore di quello osservato nelle ife che si trovano alla base del corpo fruttifero di *Genea Klotzschii*. Le cellule epidermiche sono allungate radialmente ed inclinate obliquamente rispetto all'asse longitudinale della radice. La loro inclinazione nelle
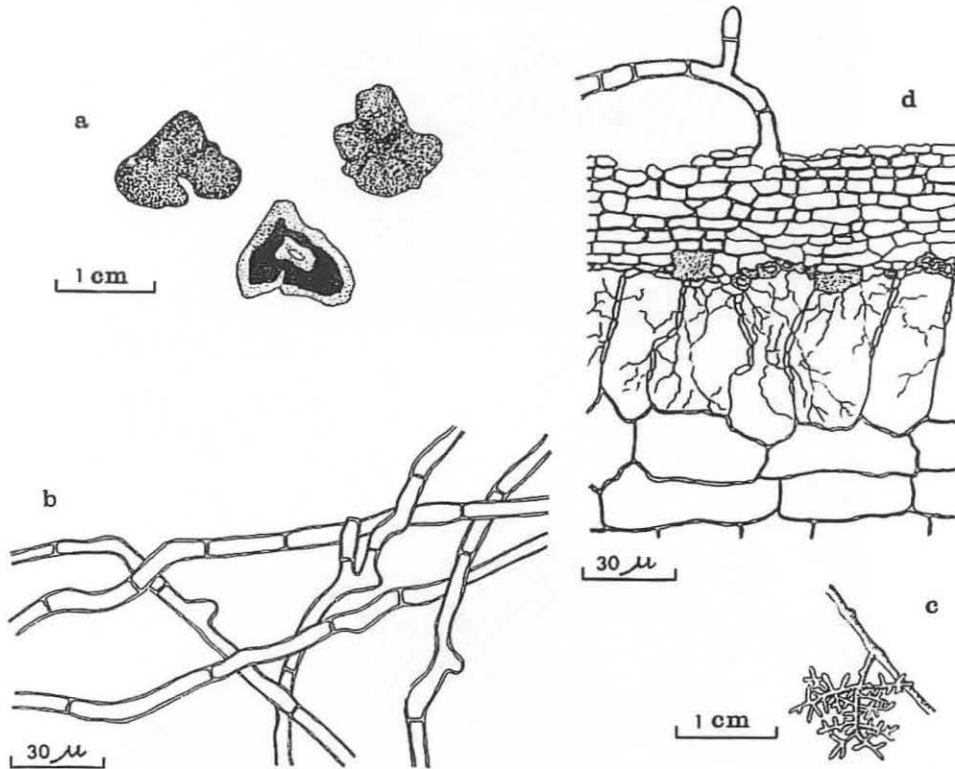
Fig. 3 - *a*) Corpi fruttiferi di *Genea Klotzschii* e *b*) ife alla loro base, *c*) aspetto macroscopico di micorrize di *Genea Klotzschii* con *Quercus petraea*, *d*) particolare di sezione longitudinale.

micorrize di *Carpinus Betulus* è meno accentuata che in quelle di *Quercus petraea*. Tra le cellule epidermiche si approfondano ife provenienti dalla micoclena che ramificandosi formano un fitto reticolo di Hartig.

Il ritrovamento di questa forma micorrizica, sia su *Carpinus Betulus*, sia su *Quercus petraea*, sempre in prossimità di corpi fruttiferi di *Genea Klotzschii* e la spiccata somiglianza fra le ife alla base di questi carpofori e le ife che si dipartono dal mantello fungino delle micorrize, ci hanno permesso di ascrivere con una certa sicurezza queste ultime a *Genea Klotzschii*.

Queste micorrize possono essere assegnate al genere *Fa* di Dominik.

A quanto ci risulta, non esistono finora in letteratura notizie sulle micorrize

di *Genea Klotzschii* anche se questo ipogeo è stato considerato come probabile simbionte (CERUTI, 1960).
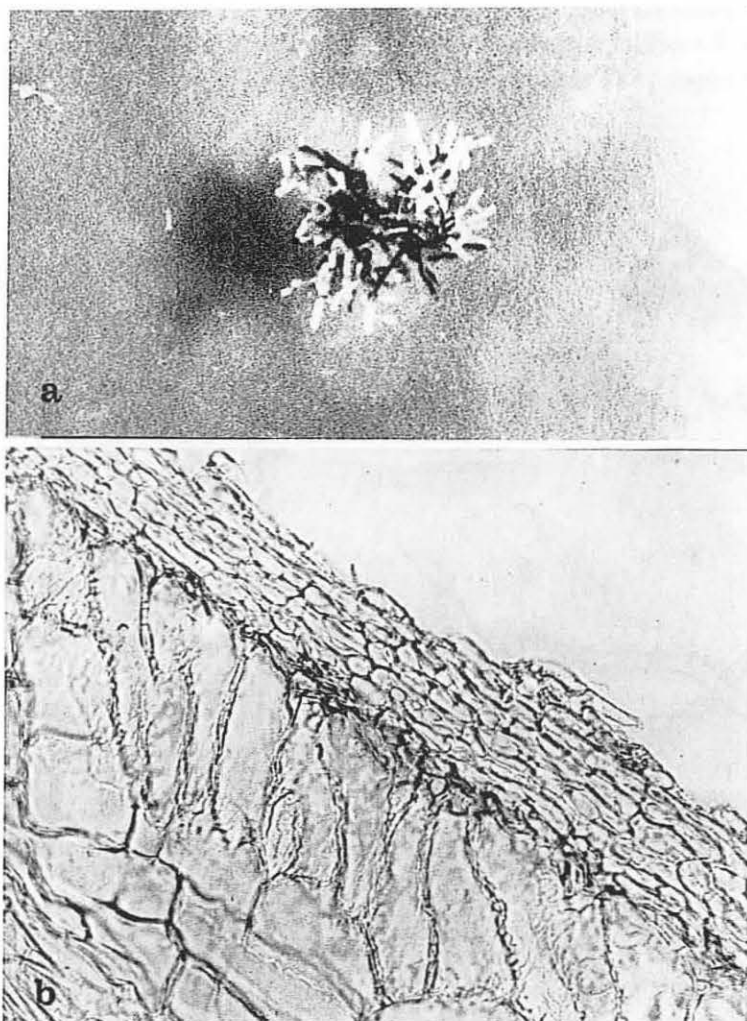
Fig. 4 - Micorrize di *Genea Klotzschii* con *Quercus petraea*. *a*) Aspetto macroscopico, 2,5 × ; *b*) particolare di sezione longitudinale, 500 × circa.

Probabili micorrize di Tuber albidum *Pico con* Quercus petraea *Liebl., con* Pinus Pinea *L. e con* Corylus Avellana *L.*

Baldissero (13 novembre 1963), Pineta di Ravenna (8 febbraio 1964), Motta di Costigliole (28 luglio e 22 dicembre 1964)

Nell'autunno 1963 in un bosco misto della collina torinese presso Baldissero, abbiamo trovato alcuni carpofori di *Tuber albidum* ed in loro prossimità abbiamo raccolto radici micorrizate di *Quercus petraea.*

Le micorrize, ad occhio nudo, si presentano semplici oppure ramificate e riunite in grappoletti più o meno fitti, glabre, di color bruno-rosa, lunghe da 0,5 a 3 mm.

All'esame microscopico (fig. 5) risultano costituite di una micoclena di colore paglierino tendente al bruno in prossimità delle cellule radicali a causa del solito accumulo di sostanze mucillagginose, con uno spessore di 20-30 μ e con struttura pseudoparenchimatica ad elementi poliedrici che in sezione tangenziale rivelano contorni irregolari e sinuosi. È soprattutto caratteristica in queste micorrize la presenza di peli inseriti sulla micoclena con una base allargata. I peli sono rigidi, ialini, a parete sottile, settati oppure no, con l'estremità arrotondata o appuntita, lunghi da 40 a 90 μ e larghi nella parte basale circa 3 μ, nella porzione apicale circa 1,6 μ. Un normale reticolo di Hartig avvolge le cellule radicali del primo strato che sono allungate radialmente e inclinate rispetto all'asse longitudinale della radice.
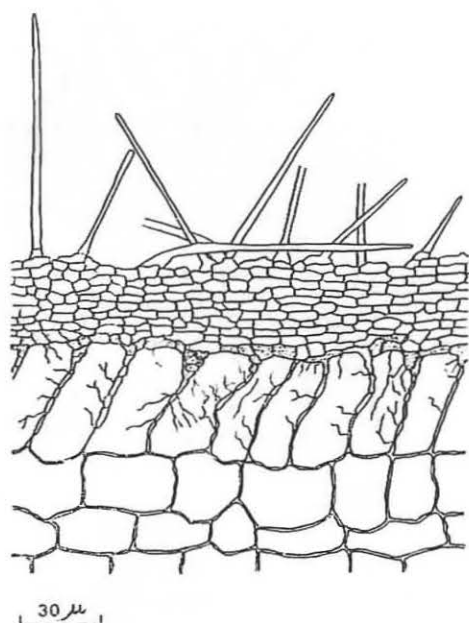
Fig. 5 - Probabili micorrize di *Tuber albidum* con *Quercus petraea*, particolare di sezione longitudinale.

Micorrize di *Pinus Pinea*, insieme a corpi fruttiferi di *Tuber albidum* in prossimità dei quali erano state trovate, furono inviate da Ravenna al Centro di Micologia del terreno nell'inverno 1964. Anch'esse sono di color bruno-rosa, lunghe da 1 a 3 mm come quelle riscontrate su *Quercus*, ma presentano le caratteristiche peculiari proprie delle micorrize dei pini, cioè sono ramificate dicotomicamente, isolate o raggruppate in mazzetti fitti di aspetto coralloide (figura 6 a).

All'esame microscopico la micoclena a struttura tipicamente pseudoparenchimatica con spessore piuttosto costante di 30 μ, si presenta ricoperta da peli rigidi, ialini, settati oppure no, con lunghezza variabile da 35 a 100 μ, con base allargata ed apice arrotondato oppure acuminato. Mentre nella forma descritta precedentemente i peli sono più frequenti e distribuiti uniformemente su tutta la micoclena, in questo caso si trovano isolati oppure riuniti a gruppi di tre o quattro. Il primo strato di cellule radicali è colorato in bruno per impregnazioni di sostanze tanniche ed è avvolto con il secondo ed il terzo da un reticolo di Hartig piuttosto fitto (fig. 6 b). Queste micorrize

sono simili a quelle descritte da FASSI e DE VECCHI (1962) sul *Pinus Strobus* in vivaio come « micorrize setolose o con peli rigidi » il cui simbionte non era noto agli Autori.

Nel mese di luglio e nel mese di dicembre del 1964, vicino a numerosi corpi fruttiferi di *Tuber albidum* raccolti a Motta di Costigliole, in provincia di Cuneo, furono trovate su radici di *Corylus Avellana* micorrize che per colore, aspetto e struttura sono simili a quelle di *Quercus petraea* e di *Pinus Pinea* sopra descritte. Esse ne differiscono solo per un minore spessore del mantello fungino (da 12 a 21 μ), per una minore lunghezza dei peli rigidi e ialini (da 30 a 75 μ) ed una minore inclinazione delle cellule del primo strato della radice rispetto a quelle delle micorrize di *Quercus petraea* (fig. 6 c, d).
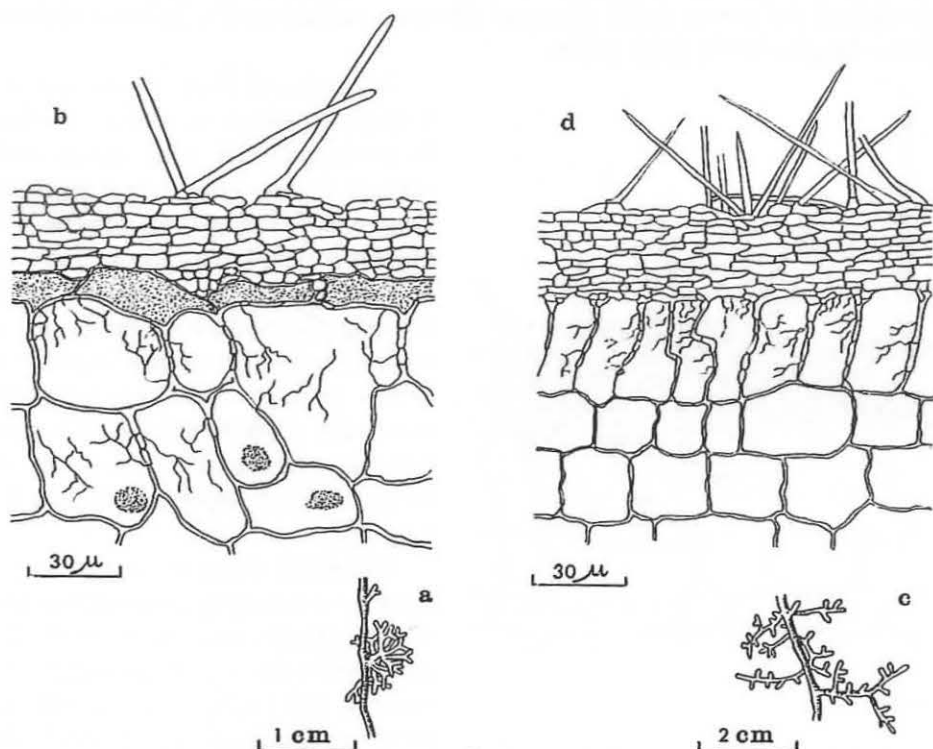
Fig. 6 - *a*) Aspetto macroscopico di micorrize di *Tuber albidum* con *Pinus Pinea* e *b*) particolare di sezione longitudinale; *c*) aspetto macroscopico di micorrize di *Tuber albidum* con *Corylus Avellana* e *d*) particolare di sezione longitudinale.

Avendo constatato che ogni qualvolta sono stati raccolti corpi fruttiferi di *Tuber albidum*, sono anche state trovate in loro prossimità micorrize di uguale forma, indipendentemente dall'essenza forestale simbionte, riteniamo abba-

stanza probabile questa simbiosi per la conferma della quale sono naturalmente necessarie ulteriori osservazioni e ricerche.

Queste micorrize rientrano nel genere *Ia* di Dominik.

È ben vero che le uniche micorrize di Tuberacee fino ad ora descritte (FASSI-DE VECCHI, 1962), ossia quelle di *Tuber maculatum* su Pino Strobo, pur avendo micoclena pseudoparenchimatica come quelle da noi descritte, non presentano peli o setole sulla loro superficie, semmai rare ife sinuose, settate che noi, al contrario, non abbiamo riscontrato. Tuttavia dobbiamo far notare che, da giovani, i carpofori di *Tuber albidum* sono ricoperti da peli simili a quelli sopra descritti, i quali scompaiono con l'accrescimento del tartufo.

La simbiosi di *Tuber albidum* con querce, faggi, pioppi, pini e larici (MATTIROLO, 1934; CERUTI, 1965) è nota da tempo, ma le relative micorrize non sono mai state descritte.

Micorrize di Rhizopogon rubescens *Tul. con* Pinus sylvestris *L.*

Beaulard (30 settembre 1964 e 28 settembre 1966)

A Beaulard in valle di Susa, sono stati raccolti in tre autunni successivi sotto *Pinus sylvestris* numerosi carpofori di *Rhizopogon rubescens* (fig. 7 a). Alla base dei corpi fruttiferi, di colore rossiccio, di forma per lo più sferica e diametro variabile da 2 a 4 cm, sono evidenti dei cordoncini miceliari che ramificandosi e sfioccandosi si disperdono nel terreno. Al microscopio essi risultano costituiti di ife ialine, settate senza unioni a fibbia, con parete sottile, talvolta provvista di incrostazioni, con andamento leggermente sinuoso e diametro variabile da 1,6 a 3,2 μ (fig. 7 b).

Nell'autunno 1964 e nell'autunno 1966, ci è stato possibile osservare, a breve distanza dai carpofori, delle radici di *Pinus sylvestris* su cui erano visibili delle micorrize bruno-rosate lunghe 2-2,5 mm, semplici oppure ramificate dicotomicamente, isolate o più spesso riunite a formare dei mazzetti d'aspetto coralloide (fig. 7 d). In taluni punti di ritrovamento le micorrize erano in prossimità di sottili ramificazioni di cordoni miceliari provenienti dalla base dei corpi fruttiferi di *Rhizopogon*. Osservate al microscopio, le micorrize presentano una micoclena di colore ialino la cui parte profonda ha una struttura plectenchimatica e uno spessore variabile da 24 a 32 μ, la parte esterna è formata da un intreccio molto lasso di ife libere ialine raramente settate senza unioni a fibbia, a parete sottile con rade incrostazioni, ad andamento sinuoso e diametro variabile da 1,6 a 3,2 μ disperdentesi nel terreno. La micoclena in prossimità delle cellule radicali assume una colorazione bruno rossastra dovuta al solito accumulo di sostanze mucillagginose. Un fitto reticolo di Hartig avvolge sia il primo sia il secondo strato di cellule radicali (fig. 7 e).

Confrontate le caratteristiche microscopiche delle ife dei cordoncini miceliari

e delle ife che si dipartono dalla micoclena, abbiamo trovato numerose analogie che ci hanno permesso di ascrivere le micorrize ora descritte a *Rhizopogon rubescens*, anche se purtroppo la continuità certamente esistente tra le ife dei cordoncini miceliari e quelle formanti la micoclena era stata interrotta prelevando il materiale.
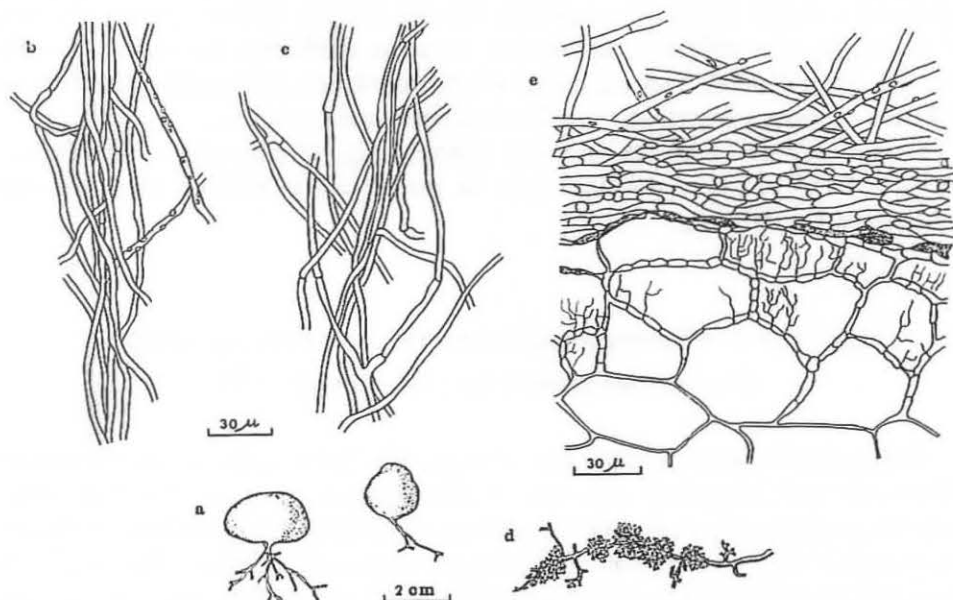
Fig. 7 - *a*) Corpi fruttiferi di *Rhizopogon rubescens* e *b*) micelio alla loro base; *c*) micelio di *Rhizopogon rubescens* ottenuto in coltura pura; *d*) aspetto macroscopico di micorrize di *Rhizopogon rubescens* con *Pinus sylvestris* ed *e*) particolare di sezione longitudinale.

La validità di questa simbiosi è stata confermata dalle caratteristiche del micelio di *Rhizopogon rubescens* che siamo riuscite ad ottenere in vitro partendo dagli stessi corpi fruttiferi raccolti in vicinanza delle radici micorrizate di *Pinus sylvestris*. L'isolamento venne eseguito secondo il metodo descritto da DAL VESCO (1963) che consiste essenzialmente nel prelevare in modo sterile pezzi di fungo dall'interno di un corpo fruttifero sano e possibilmente giovane e nel porli in tubi da coltura contenenti un substrato a base di agar all'idrolisato di caseina a pH 5 al quale viene aggiunta vitamina B_1 (50 γ per litro) ed una piccola quantità di streptomicina. Le colture furono mantenute alla temperatura di 18-20° C. In venti giorni abbiamo ottenuto colonie con un'estensione variabile da 4 a 5 cm, d'aspetto soffice e cotonoso, rilevate al centro, di colore dapprima bianco poi tendente all'avellaneo con l'invecchiamento. Talora sulle giovani colture si formano guttule di essudato di color paglierino. Il rovescio delle colture è bianco avorio e nell'agar non si ha diffusione di pigmento (fig. 8). Al microscopio le ife

sono ialine, sinuose, talvolta ramificate, settate senza unioni a fibbia, con leggeri ingrossamenti a livello dei setti, diametro variabile da 1,6 a 3,2 μ. Le pareti delle ife presentano talora incrostazioni ed i setti sono più frequenti di quelli riscontrati nelle ife costituenti sia i cordoni miceliari liberi nel terreno sia la micoclena delle micorrize di *Pinus sylvestris* (fig. 7 c).
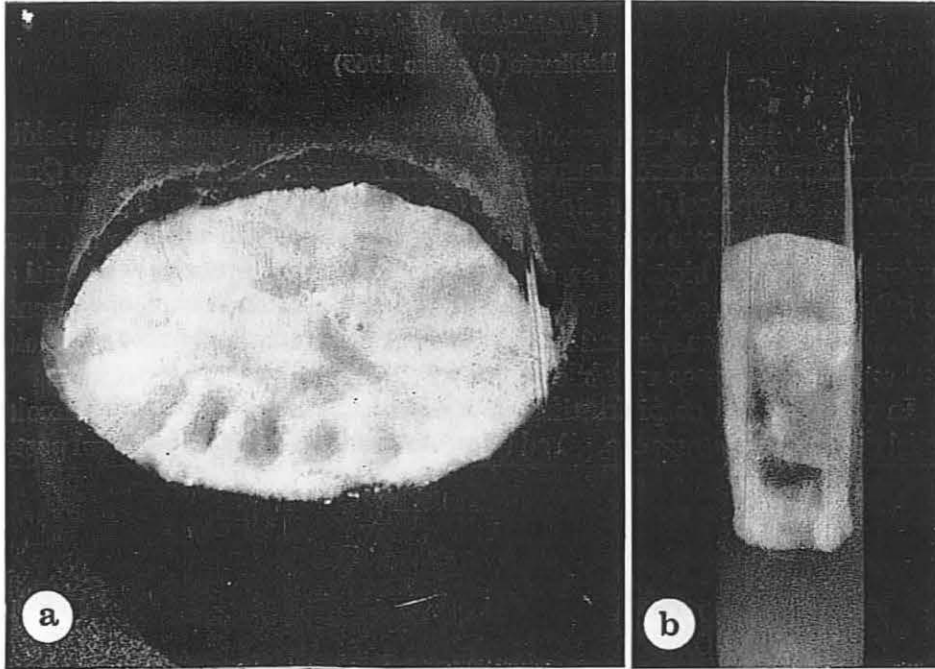
Fig. 8 - Colture pure di *Rhizopogon rubescens* di tre mesi in beuta *a*), di venti giorni in tubo *b*). Grandezza naturale.

Concludendo, anche nel micelio di *Rhizopogon rubescens* ottenuto in coltura pura, abbiamo riscontrato caratteristiche analoghe a quelle già osservate nelle ife sfioccantesi dalle micorrize di *Pinus sylvestris* testè descritte, micorrize quindi sicuramente attribuibili a questo ipogeo.

Infine, dalla letteratura citata, risulta che molti Autori hanno effettuato esperimenti fisiologici sulle micorrize dovute a specie del genere *Rhizopogon*. Solo quest'anno, però, TRAPPE e PACHLEWSKI, indipendentemente, hanno dato le prime descrizioni ed illustrazioni dettagliate di micorrize prodotte da *Rhizopogon colossus* e *R. luteolus*. TRAPPE inoltre ritiene che, in base alla recente monografia di SMITH e ZELLER (1966) sui *Rhizopogon*, ben poche specie di questo genere descritte come produttrici di micorrize sia in esperimenti di sintesi, sia in osservazioni in natura, siano state correttamente identificate.

Le micorrize di *Rhizopogon rubescens* con *Pinus sylvestris* da noi descritte si possono attribuire al sottotipo *C* della classificazione di Dominik (genere *Ce*) come quelle di *Rhizopogon colossus* con *Pseudotsuga menziesii* ottenute in coltura pura da TRAPPE (1967).

Micorrize di Hymenogaster tener *Berk. et Br. con* Quercus petraea (*Mattuschka*) *Liebl.*

Baldissero (3 marzo 1965)

Nel marzo 1965, in una zona boschiva della collina torinese presso Baldissero, abbiamo trovato alcuni corpi fruttiferi di *Hymenogaster tener* sotto *Quercus petraea*. I carpofori di questo ipogeo (fig. 9 a), di color bianco latte, di forma globosa e con diametro variabile da 0,5 a 1 cm, presentano talvolta alla base cordoncini miceliari bianchi che, osservati al microscopio, risultano costituiti di ife ialine a decorso subparallelo aventi le seguenti caratteristiche: andamento leggermente rigido, anastomosi ad H, parete sottile, presenza di fibbie e talvolta setti semplici, diametro variabile da 1,6 a 3,2 μ (fig. 9 b).

In vicinanza dei corpi fruttiferi di *Hymenogaster tener*, abbiamo raccolto radici di *Quercus petraea* che, già ad un primo esame superficiale fatto sul posto,
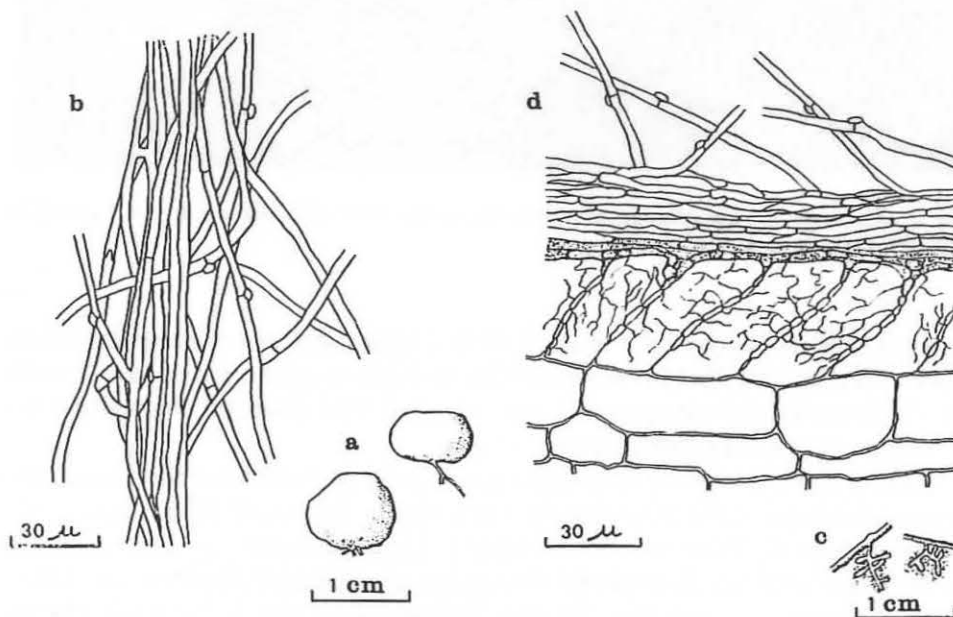
Fig. 9 - *a*) Corpi fruttiferi di *Hymenogaster tener* e *b*) micelio alla loro base; *c*) aspetto macroscopico di micorrize di *Hymenogaster tener* con *Quercus petraea* e *d*) particolare di sezione longitudinale.

apparivano micorrizate. Osservate in laboratorio con maggior cura, le micorrize risultarono disposte in grappoletti sulla radice portamicorrize. Esse sono di color bianco-grigio, molto esili, semplici o ramificate una sola volta, lunghe da 0,5 a 1 mm, avvolte costantemente da una leggerissima lanuggine di color bianco (fig. 9 c). L'esame microscopico delle micorrize *in toto* rivela che questa lanuggine è costituita di ife ialine, fibulate, poco sinuose, con diametro di 1,6-3,2 μ, che si dipartono dalla micolena. Quest'ultima, in sezione longitudinale, è ialina, plectenchimatica, di spessore variabile da 18 a 32 μ e nella sua parte più profonda, in vicinanza delle cellule radicali, assume colore giallo paglierino (figura 9 d). Le cellule radicali avvolte dal reticolo di Hartig ben sviluppato sono allungate radialmente e inclinate rispetto all'asse longitudinale della radice.

In base ad un esame comparativo che ha rivelato numerose e profonde analogie tra le caratteristiche microscopiche delle ife che costituiscono i cordoncini miceliari del corpo fruttifero di *Hymenogaster tener* e quelle delle ife che si dipartono dalla micoclena, anche se la reale continuità fra queste ife non è stata messa in evidenza per le solite difficoltà che si incontrano in queste ricerche, possiamo attribuire con sicurezza a *Hymenogaster tener* le micorrize ora descritte.

Queste micorrize possono ascriversi al genere *Ca* di Dominik.

Esse, a quanto ci risulta, non sono state, fino ad ora, oggetto di studio da parte di alcun Autore.

Probabili micorrize di Hymenogaster Hessei *Soehner con* Quercus petraea (*Mattuschka*) *Liebl.*

Baldissero (20 novembre 1963)

Sempre nella stessa zona boschiva della collina torinese vicino a Baldissero dove abbiamo trovato le micorrize di *Hymenogaster tener* ora descritte, avevamo raccolto in precedenza (nel novembre 1963) micorrize che presentavano caratteristiche macro e microscopiche simili, ancora sotto *Quercus petraea*, ma in prossimità di corpi fruttiferi di un'altra specie di *Hymenogaster*, e cioè *H. Hessei* (fig. 10). Purtroppo però non ci è stato possibile trovare, come invece nel caso precedente, connessioni miceliari fra corpi fruttiferi e micorrize, che ci permettessero di attribuire con sicurezza tale simbiosi a *Hymenogaster Hessei.*

Micorrize di Hysterangium clathroides *Vitt. con* Quercus petraea (*Mattuschka*) *Liebl.*

Rivodora (20 novembre 1963), Baldissero (27 novembre 1964)

In boschi presso Rivodora e presso Baldissero (Collina torinese), abbiamo prelevato, nell'autunno 1963 e 1964, vicino a radici di *Quercus petraea* numerosi corpi fruttiferi di *Hysterangium clathroides* aventi forma globosa, colore bianco latte e diametro variabile da 0,5 a 1 cm (fig. 11 a). Dal peridio di questi

carpofori si dipartivano cordoncini miceliari presto sfioccantesi in masse cotonose che, esaminate al microscopio, risultano costituite di un fitto intreccio di ife ialine, fibulate, ramificate e talvolta anastomosate. Le stesse ife presentano pareti ricoperte da incrostazioni cristalline, probabilmente di ossalato di calcio (CERUTI-BUSSETTI, 1962), ed un diametro variabile da 1,6 a 4,8 µ (fig. 11 b).

I fiocchi cotonosi miceliari ora descritti non erano visibili solo attorno al carpoforo, ma erano abbondantemente diffusi nel terreno circostante, dove, raggiunte le vicine radici di *Quercus petraea*, le avvolgevano e formavano micorrize.
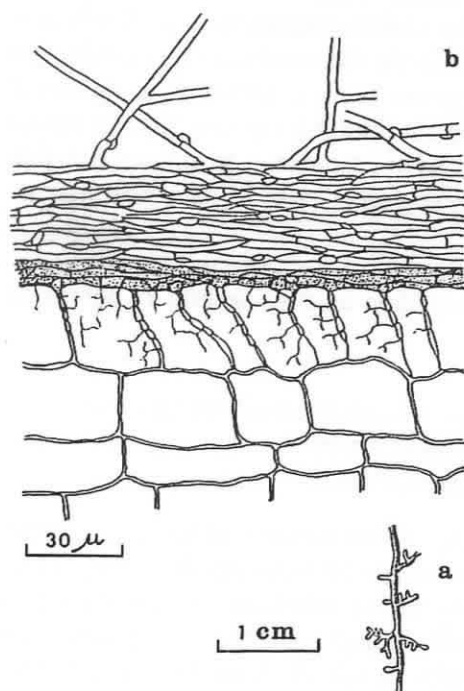
Fig. 10 - Probabili micorrize di *Hymenogaster Hessei* con *Quercus petraea*, *a*) aspetto macroscopico, *b*) particolare di sezione longitudinale.

Queste ultime, infatti, apparivano avvolte da una lanuggine bianca molto abbondante e soffice (fig. 11 c). Con l'esame microscopico delle micorrize *in toto*, abbiamo potuto mettere in evidenza che questa lanuggine bianca è formata da un intreccio lasso di ife che diviene più fitto nel costituire la micoclena vera e propria. Queste ife non differiscono morfologicamente da quelle che formano i cordoncini miceliari del corpo fruttifero. In sezione longitudinale (fig. 11 d), la micoclena è plectenchimatica con uno spessore di 25-30 µ; è ialina nella parte esterna, ma è bruna nella parte profonda in prossimità delle cellule radicali. L'epidermide presenta cellule allungate radialmente e inclinate obliquamente rispetto all'asse longitudinale della radice fra le quali penetrano dei prolungamenti ifali della micoclena formanti un reticolo di Hartig non eccessivamente sviluppato.

Queste micorrize possono ascriversi al genere *Ca* di Dominik.

Le evidenti connessioni miceliari fra corpi fruttiferi e micorrize e le profonde analogie esistenti tra i caratteri morfologici delle ife dei cordoni miceliari alla base dei carpofori e quelli delle ife che formano una lanuggine bianca intorno alle micorrize e la micoclena, ci hanno permesso l'identificazione di questa simbiosi che, senza dubbio, possiamo attribuire a *Hysterangium clathroides*. Inoltre già CERUTI e BUSSETTI (1962) trovarono su *Tilia europaea* e *T. americana* micorrize di *Hysterangium clathroides* i cui caratteri morfologici

concordano perfettamente con quelli da noi riscontrati nelle micorrize di *Quercus petraea* ora descritte. La HAWKER (1954), a proposito di *Hysterangium nephriticum*, afferma che il micelio bianco fioccoso che circonda i corpi frut-
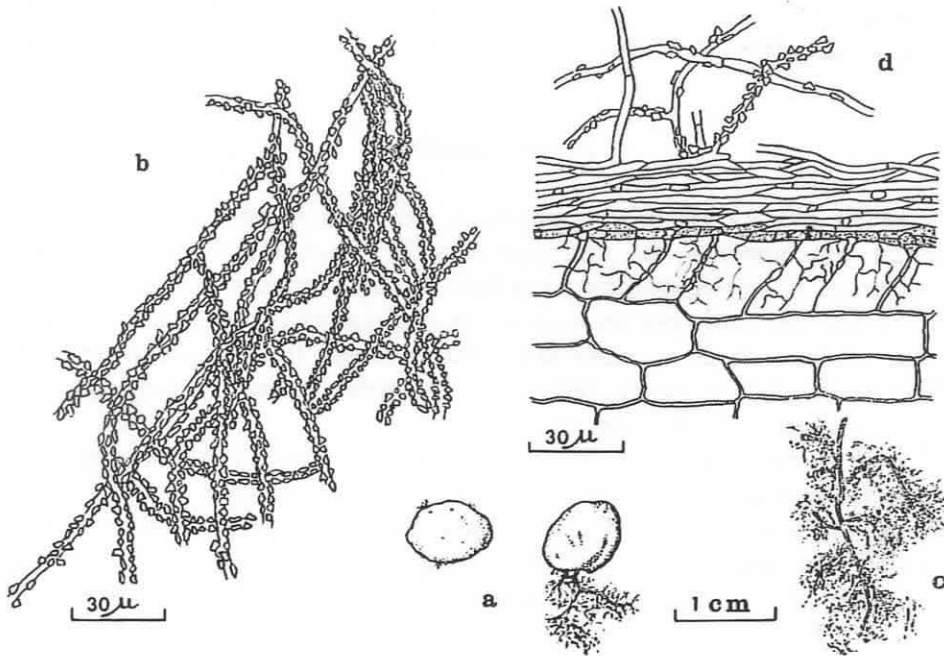
Fig. 11 - *a*) Corpi fruttiferi di *Hysterangium clathroides* e *b*) micelio alla loro base; *c*) aspetto macroscopico di micorrize di *Hysterangium clathroides* con *Quercus petraea* e *d*) particolare di sezione longitudinale.

tiferi e forma delle rizomorfe è sicuramente in continuità con piccole radici micorrizate. L'*Hysterangium nephriticum* è stato ritrovato dalla HAWKER generalmente sotto faggio e raramente sotto pini.

Micorrize di Cenococcum graniforme (*Sow.*) *Ferd. et Winge con* Quercus petraea (*Mattuschka*) *Liebl.*

Revigliasco (17 marzo 1965)

In un bosco di Revigliasco (Collina di Torino) sotto *Quercus petraea*, in posizione molto superficiale, abbiamo trovato numerosi sclerozi di *Cenococcum graniforme*. Essi sono notevolmente duri, di forma sferica o, più raramente,

irregolare, piccoli, con diametro variabile da 1 a 5 mm e di color bruno-nero.

Le ultime terminazioni radicali di *Quercus*, in prossimità delle quali abbiamo trovato gli sclerozi, presentavano le ormai universalmente note micorrize di *Cenococcum graniforme*.

Colture pure del micelio dell'ipogeo sono state da noi ottenute in vitro, partendo da sclerozi, su substrati nutritizi con idrolisato di caseina e con carote, agarizzati, acidificati a pH 5 e mantenuti al buio ad una temperatura di 22° C.

CONCLUSIONI

I funghi ipogei che abbiamo trovato in vicinanza di radici di varie essenze forestali sono numerosi, ma purtroppo di pochi ci è stato possibile identificare le micorrize. Il motivo di questo risultato in parte negativo può essere ricercato, se non per tutti, per un buon numero di ipogei (per esempio gli Ascomiceti) nel fatto che le connessioni miceliari esistenti tra i corpi fruttiferi e le radichette da loro infungate, tendono a scomparire quando il fungo ha raggiunto un certo grado di sviluppo.

Inoltre le micorrize degli ipogei mancano di caratteristiche morfologiche e strutturali che si possono invece notare nelle micorrize prodotte da molti epigei, ad esempio, in quelle delle Russule e dei Lattari. Nelle prime i cistidi e nelle seconde i vasi laticiferi, costituiscono infatti delle peculiarità della micoclena, che permettono al ricercatore di orientarsi verso un determinato genere di fungo.

Tuttavia, in base alle nostre ricerche, saremmo riuscite a stabilire alcuni caratteri differenziali microscopici tra le micorrize prodotte da Ascomiceti ipogei e quelle prodotte da Basidiomiceti ipogei. Nel primo caso infatti abbiamo trovato una micoclena pseudoparenchimatica, da cui possono talvolta dipartirsi delle ife sinuose settate; nel secondo caso, invece, abbiamo riscontrato una micoclena plectenchimatica da cui si dipartono ife per lo più fibulate con andamento più rigido. Questi caratteri tuttavia non sono assolutamente esclusivi e possono trovarsi anche in micorrize di funghi epigei. Solo le ormai notissime micorrize di *Cenococcum graniforme* sono di facile identificazione per le loro peculiari caratteristiche. Anzi, per i loro caratteri microscopici, potrebbero essere considerate, in base a quanto detto sopra, come micorrize prodotte da un Ascomicete ipogeo.

Gli ipogei ritrovati appartengono a 28 specie e sono compresi nei seguenti generi: *Elaphomyces* (2 specie), *Genea* (2 specie), *Stephensia* (1 specie), *Choiromyces* (1 specie), *Tuber* (12 specie), *Melanogaster* (1 specie), *Rhizopogon* (1 specie), *Hymenogaster* (4 specie), *Arcangeliella* (1 specie), *Hysterangium* (2 specie), *Cenococcum* (1 specie) (vedi Tabella 1).

Le essenze arboree con cui di preferenza entrano in simbiosi questi ipogei sono rappresentate da Pinacee (*Pinus Pinea*, *P. nigra*, *P. sylvestris*, *Picea excel-*

sa), da Salicacee (*Populus nigra*, *Populus* sp. ibrido euroamericano), da Betulacee (*Betula pendula*, *Carpinus Betulus*, *Corylus Avellana*), da Fagacee (*Quercus petraea*, *Q. Robur* subsp. *Robur*, *Q. Cerris*, *Castanea sativa*, *Fagus sylvatica*), da Tigliacee (*Tilia* sp.) (vedi Tabella 1).

Sotto *Quercus* sp. pl. e sotto *Corylus Avellana* abbiamo raccolto il maggior numero di specie di ipogei (vedi Tabella 2).

Soltanto di otto specie di ipogei fra le ventotto da noi trovate, siamo riuscite ad identificare, quasi sempre con sicurezza, le micorrize: più precisamente segnaliamo come certe le micorrize di *Elaphomyces muricatus* con *Fagus sylvatica* e *Castanea sativa*, di *Genea Klotzschii* con *Quercus petraea* e *Carpinus Betulus*, di *Rhizopogon rubescens* con *Pinus sylvestris*, di *Hymenogaster tener* con *Quercus petraea*, di *Hysterangium clathroides* con *Quercus petraea* e di *Cenococcum graniforme* con *Quercus petraea*, come meno sicure, invece, le micorrize di *Tuber albidum* con *Pinus Pinea*, con *Quercus petraea*, con *Corylus Avellana* e di *Hymenogaster Hessei* con *Quercus petraea*.

Dalla letteratura consultata risulta che le micorrize di *Genea Klotzschii*, *Elaphomyces muricatus*, *Tuber albidum*, *Hymenogaster tener* e *H. Hessei* non sono mai state descritte od illustrate; si ha un accenno molto superficiale per le micorrize di *Rhizopogon rubescens* (BAXTER, 1929) ed invece una documentazione più ampia sulle micorrize di *Cenococcum graniforme* (GIBELLI, 1883; LIHNELL, 1942; ecc.) e di *Hysterangium clathroides* (CERUTI-BUSSETTI, 1962).

Riteniamo di un certo interesse segnalare, probabilmente per la prima volta, il ritrovamento dei seguenti ipogei sotto determinate essenze arboree: *Genea verrucosa* sotto *Carpinus Betulus*, *Genea Klotzschii* sotto *Carpinus Betulus* e *Tilia* sp., *Choiromyces meandriformis* sotto *Carpinus Betulus* e *Fagus sylvatica*, *Tuber nitidum* sotto *Populus* sp. (ibrido euroamericano), *Carpinus Betulus* e *Corylus Avellana*, *Tuber ferrugineum* sotto *Corylus Avellana*, *Tuber albidum* sotto *Corylus Avellana*, *Tuber macrosporum* sotto *Corylus Avellana*, *Tuber brumale* sotto *Tilia* sp.

Ricordiamo infine di aver tentato con risultati positivi l'isolamento in coltura pura del micelio di *Rhizopogon rubescens* e di *Cenococcum graniforme* partendo rispettivamente da sporofori e da sclerozi. In entrambi i casi abbiamo ottenuto un micelio formato da ife le cui caratteristiche morfologiche corrispondono a quelle delle ife che si dipartono dalla micoclena delle relative micorrize.

Abbiamo inoltre ottenuto in coltura pura da carpofori, il micelio di un *Melanogaster ambiguus* trovato sotto *Fagus sylvatica* (nell'*Arboretum Taurinense*); le relative micorrize non sono state purtroppo rinvenute.

TABELLA 1

Funghi ipogei	Essenze forestali	Micorrize identificate	Località di ritrovamento	Date di ritrovamento
Elaphomyces muricatus Fr.	*Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl.	–	Baldissero	27-11-1964
	Castanea sativa Miller	–	Baldissero	3- 3-1965
	Castanea sativa Miller	+	Arboretum Taurinense	23- 5-1966
	Fagus sylvatica L.	+	Arboretum Taurinense	17- 5-1966
Elaphomyces anthracinus Vitt.	*Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl.	–	Rivodora	20-11-1963
	Quercus petraea (Mattuschka) Liebl.	–	Baldissero	27-11-1964
				3- 3-1965
				16-11-1965
Genea verrucosa Vitt.	*Carpinus Betulus* L.	–	Arboretum Taurinense	15-10-1965
				9-11-1965
	Quercus sp. pl.	–	Arboretum Taurinense	9-12-1965
				14-10-1966
Genea Klotzschii Berk. et Br.	*Carpinus Betulus* L.	–	Arboretum Taurinense	21-10-1965
				29-10-1965
				9-12-1965
				8-10-1966
				14-10-1966
	Carpinus Betulus L.	+	Arboretum Taurinense	25-11-1965
	Quercus Robur L. subsp. *Robur*	–	Arboretum Taurinense	20- 9-1965
				29-10-1965
	Quercus petraea (Mattuschka) Liebl.	+	Arboretum Taurinense	29-10-1965
	Quercus petraea (Mattuschka) Liebl.	–	Arboretum Taurinense	14-10-1966
	Quercus sp. pl.	–	Arboretum Taurinense	21-10-1965
				9-11-1965
				25-11-1965
				9-12-1965
	Quercus sp.	–	Superga	16-11-1965
	Quercus sp.	–	Alba	15-11-1965
	Tilia sp.	–	Torino (Villa Masera)	9-11-1965

Stephensia bombycina Tul.	*Picea Abies* (L.) Karsten subsp. *Abies*	–	Arboretum Taurinense	15- 9-1965
Choiromyces meandriformis Vitt.	*Carpinus Betulus* L.	–	Arboretum Taurinense	20- 9-1965
	Quercus petraea (Mattuschka) Liebl.	–	Arboretum Taurinense	15- 9-1965
				29-10-1965
	Quercus sp.	–	Arboretum Taurinense	21-10-1965
	Fagus sylvatica L.	–	Torino (Villa Masera)	9-11-1965
Tuber rufum Pico	*Populus* sp. (ibrido euroamericano)	–	Buttigliera Alta	10-11-1965
	Corylus Avellana L.	–	Venalzio	26-10-1965
	Carpinus Betulus L.	–	Arboretum Taurinense	14-10-1966
	Quercus sp. pl.	–	Arboretum Taurinense	25-11-1965
				9-12-1965
Tuber nitidum Vitt.	*Pinus nigra* Arnold subsp. *nigra*	–	Arboretum Taurinense	21-10-1965
	Pinus sylvestris L.	–	Beaulard	10-11-1965
	Populus sp.	–	Salmour	6-11-1965
	Betula pendula Roth	–	Beaulard	10-11-1965
	Corylus Avellana L.	–	Diano d'Alba	28-10-1965
	Corylus Avellana L.	–	Salmour	6-11-1965
	Carpinus Betulus L.	–	Arboretum Taurinense	29-10-1965
	Quercus sp.	–	Chieri	19-11-1966
Tuber ferrugineum Vitt.	*Corylus Avellana* L.	–	Venalzio	26-10-1965
Tuber excavatum Vitt.	*Picea Abies* (L.) Karsten subsp. *Abies*	–	Arboretum Taurinense	29-10-1965
	Corylus Avellana L.	–	Diano d'Alba	14- 9-1965
	Corylus Avellana L.	–	Arboretum Taurinense	28-10-1965
	Quercus petraea (Mattuschka) Liebl.	–	Diano d'Alba	14- 9-1965
	Quercus Cerris L.	–	Alba	15-12-1965
	Quercus sp. pl.	–	Arboretum Taurinense	9-11-1965
				25-11-1965
				2-12-1966
Tuber albidum Pico	*Pinus Pinea* L.	+	Pineta di Ravenna	8- 2-1964
	Corylus Avellana L.	+	Motta di Costigliole	28- 7-1964
				22-12-1964
	Quercus petraea (Mattuschka) Liebl.	+	Baldissero	13-11-1963
Tuber magnatum Pico	*Populus nigra* L.	–	Salmour	6-11-1965
	Corylus Avellana L.	–	Diano d'Alba	28-10-1965

Funghi ipogei	Essenze forestali	Micorrize identificate	Località di ritrovamento	Date di ritrovamento
	Quercus petraea (Mattuschka) Liebl.	–	Diano d'Alba	14- 9-1965
	Fagus sylvatica L.	–	Chieri	19-11-1966
Tuber puberulum Berk. et Br.	*Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl.	–	Baldissero	20-11-1963
	Quercus petraea (Mattuschka) Liebl.	–	Arboretum Taurinense	29-10-1965
Tuber aestivum Vitt.	*Pinus* sp.	–	Arboretum Taurinense	2-12-1966
	Carpinus Betulus L.	–	Arboretum Taurinense	8-10-1966
	Quercus Robur L. subsp. *Robur*	–	Arboretum Taurinense	29-10-1965
				8-10-1966
	Quercus petraea (Mattuschka) Liebl.	–	Arboretum Taurinense	14-10-1966
Tuber mesentericum Vitt.	*Corylus Avellana* L.	–	Venalzio	26-10-1965
Tuber macrosporum Vitt.	*Corylus Avellana* L.	–	Diano d'Alba	28-10-1965
	Quercus sp.	–	Chieri	19-11-1966
Tuber brumale Vitt.	*Tilia* sp.	–	Torino (Villa Masera)	9-11-1965
Tuber nigrum Bull.	*Quercus* sp.	–	Torino (Orto Botanico)	19- 9-1965
Melanogaster ambiguus (Vitt.) Tul.	*Fagus sylvatica* L.	–	Arboretum Taurinense	23- 5-1966
				3- 6-1966
Rhizopogon rubescens L.	*Pinus sylvestris* L.	+	Beaulard	30- 9-1964
				15-10-1965
				28- 9-1966
Hymenogaster olivaceus Vitt.	*Corylus Avellana* L.	–	Diano d'Alba	28-10-1965
Hymenogaster tener Berk. et Br.	*Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl.	+	Baldissero	3- 3-1965
Hymenogaster Hessei Soehner	*Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl.	+	Baldissero	20-11-1963
Hymenogaster sp.	*Picea Abies* (L.) Karsten subsp. *Abies*	–	Arboretum Taurinense	17- 5-1966
	Fagus sylvatica L.	–	Arboretum Taurinense	17- 5-1966
Arcangeliella sp.	*Picea Abies* (L.) Karsten subsp. *Abies*	–	Arboretum Taurinense	17- 5-1966
Hysterangium clathroides Vitt.	*Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl.	+	Rivodora	20-11-1963
	Quercus petraea (Mattuschka) Liebl.	+	Baldissero	27-11-1964
Hysterangium sp.	*Populus* sp. (ibrido euroamericano)	–	Buttigliera Alta	10-11-1965
Cenococcum graniforme (Sow.) Ferd. et Winge	*Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl.	+	Revigliasco	17- 3-1965
	Castanea sativa Miller	–	Revigliasco	17- 3-1965

TABELLA 2

Essenze forestali	Funghi ipogei
Pinus sp. pl.	*Tuber nitidum* Vitt. *Tuber albidum* Pico *Tuber aestivum* Vitt. *Rhizopogon rubescens* Tul.
Picea Abies (L.) Karsten subsp. *Abies*	*Stephensia bombycina* Tul. *Tuber excavatum* Vitt. *Hymenogaster* sp. *Arcangeliella* sp.
Populus sp. pl.	*Tuber rufum* Pico *Tuber nitidum* Vitt. *Tuber magnatum* Pico *Hysterangium* sp.
Betula pendula Roth	*Tuber nitidum* Vitt.
Corylus Avellana L.	*Tuber rufum* Pico *Tuber nitidum* Vitt. *Tuber ferrugineum* Vitt. *Tuber excavatum* Vitt. *Tuber albidum* Pico *Tuber magnatum* Pico *Tuber mesentericum* Vitt. *Tuber macrosporum* Vitt. *Hymenogaster olivaceus* Vitt.
Carpinus Betulus L.	*Genea verrucosa* Vitt. *Genea Klotzschii* Berk. et Br. *Choiromyces meandriformis* Vitt. *Tuber rufum* Pico *Tuber nitidum* Vitt. *Tuber aestivum* Vitt.
Quercus sp. pl.	*Elaphomyces muricatus* Fr. *Elaphomyces anthracinus* Vitt. *Genea verrucosa* Vitt. *Genea Klotzschii* Berk. et Br. *Choiromyces meandriformis* Vitt. *Tuber rufum* Pico *Tuber nitidum* Vitt. *Tuber excavatum* Vitt. *Tuber albidum* Pico *Tuber magnatum* Pico *Tuber puberulum* Berk. et Br. *Tuber aestivum* Vitt. *Tuber macrosporum* Vitt. *Tuber nigrum* Bull. *Hymenogaster tener* Berk. et Br.

Essenze forestali	Funghi ipogei
	Hymenogaster Hessei Soehner
	Hysterangium clathroides Vitt.
	Cenococcum graniforme (Sow.) Ferd. et Winge
Castanea sativa Miller	*Elaphomyces muricatus* Fr.
	Cenococcum graniforme (Sow.) Ferd. et Winge
Fagus sylvatica L.	*Elaphomyces muricatus* Fr.
	Choiromyces meandriformis Vitt.
	Tuber magnatum Pico
	Melanogaster ambiguus (Vitt.) Tulasne
	Hymenogaster sp.
Tilia sp.	*Genea Klotzschii* Berk. et Br.
	Tuber brumale Vitt.

Bibliografia

BAXTER, D. V., 1929 - Mycorrhiza on Scotch pine in the University of Michigan forest nursery. - *Pap. Mich. Acad.*, **9**, 509.

BOYER, G., 1906 - Note sur un mycélium et des mycorhizes se rapportant très probablement à *Tuber melanosporum*. - *Soc. des Sc. phys. et nat. de Bordeaux.*

BOYER, G., 1907 - Recherches et observations sur les conditions de formation et de développement de la truffe mélanospore ou truffe du Périgord. - *Soc. des Sc. phys. et nat. de Bordeaux.*

CERUTI, A., 1960 - *Elaphomycetales et Tuberales*. - Bresadola J. *Iconographia mycologica*, **28**.

CERUTI, A., 1965 - La tartuficoltura in Italia. - *Annali Accad. Agric. Torino*, **107**, 131.

CERUTI, A., BUSSETTI, L., 1962 - Sulla simbiosi micorrizica tra tigli e *Boletus subtomentosus*, *Russula grisea*, *Balsamia platyspora* e *Hysterangium clathroides*. - *Allionia*, **8**, 55.

DAL VESCO, G., 1963 - Osservazioni su Basidiomiceti in coltura. I. *Fistulina hepatica* (Huds.) Fr. - *Allionia*, **9**, 91.

DOMINIK, T., 1959 - Sinopsis of a new classification of the ectotrophic mycorrhizae established on morphological and anatomical characteristics. - *Mycopath. et Mycol. appl.*, **11**, 359.

DOMINIK, T., 1961 - Studium nad mikotrofizmen swierka pospolitego - *Picea excelsa* (Lam.) Lk. w Polsce. - *Prace Inst. Badaw. Lésn.*, **209**, 59.

FASSI, B., 1965 - Micorrize ectotrofiche di *Pinus Strobus* L. prodotte da un'Endogone (*Endogone lactiflua* Berk.). - *Allionia*, **11**, 7.

FASSI, B., DE VECCHI, E., 1962 - Ricerche sulle micorrize ectotrofiche di Pino Strobo in vivaio. I. Descrizione di alcune forme più diffuse in Piemonte. - *Allionia*, **8**, 133.

FONTANA, A., 1961 - Primo contributo allo studio delle micorrize dei pioppi in Piemonte. - *Allionia*, **7**, 87.

FONTANA, A., 1963 - Simbiosi micorrizica di *Hebeloma hiemale* Bres. con un salice e con un pioppo. - *Allionia*, **9**, 113.

FONTANA, E., 1909 - Ricerche intorno ad alcune specie del genere *Elaphomyces* Nees. - *Memorie Accad. Sci. Torino*, **59**, 89.

FRANK, A. B., 1885 - Über die auf Wurzelsymbiose beruhende Ernährung gewisser Bäume durch unterirdische Pilze. - *Ber. dt. bot. Ges.*, **3**, 128.

GIBELLI, G., 1883 - Nuovi studi sulla malattia del castagno detta dell'inchiostro. - *Memorie R. Accad. Sci. Ist. Bologna*, **4**, 287.

HACSKAYLO, E., 1953 - Pure culture synthesis of pine mycorrhizae in terra-lite. - *Mycologia*, **45**, 971.

HACSKAYLO, E., PALMER, G. J., 1955 - Hymenomycetous species forming mycorrhizae with *Pinus virginiana*. - *Mycologia*, **47**, 145.

HAWKER, L. E., 1954 - British hypogeous fungi. - *Phil. Trans. R. Soc.*, **237**, 429.

IMAI, S., 1934 - On a new species of *Cordyceps* parasitic on *Elaphomyces* in Japan. - *Proc. imp. Acad. Japan*, **10**, 677.

LAING, E. V., 1932 - Studies in tree roots. - *Bull. For. Commn, Lond.*, **13**.

LEVISOHN, I., 1956 - Growth stimulation of forest tree seedlings by the activity of free living mycorrhizal mycelia. - *Forestry*, **29**, 53.

LEVISOHN, I., 1963 - Über Mykorrhizen und Pseudomykorrhizen. - *Mykorrhiza, Internationales Mykorrhizasymposium*, Weimar, 1960, 27.

LIHNELL, D., 1939 - Untersuchungen über die Mykorrhizen und die Wurzelpilze von *Juniperus communis*. - *Symb. bot. upsal.*, **3** (3), 1.

LIHNELL, D., 1942 - *Cenococcum graniforme* als Mykorrhiza-bildner von Waldbäumen. - *Symb. bot. upsal.*, **5** (2), 1.

LUPPI MOSCA, A. M., 1963 - Simbiosi micorrizica tra *Betula alba* L. var. *pendula* Roth ed *Hebeloma mesophaeum* (Pers. ex Fr.) Kummer. - *Giorn. bot. ital.*, **70**, 641.

MATTEI, G. E., SERRA, A., 1904 - Ricerche storiche e biologiche sulla *Terfezia Leonis*.

MATTIROLO, O., 1887 - Sul parassitismo dei tartufi e sulla questione delle mycorhize. - *Atti Accad. Sci., Torino*, **22**, 464.

MATTIROLO, O., 1900 - Gli ipogei di Sardegna e di Sicilia. - *Malpighia*, **14**, 39.

MATTIROLO, O., 1910 - I tartufi. - *Annali Accad. Agric. Torino*, **52**, 1.

MATTIROLO, O., 1933 - Rapporti simbiotici sviluppatisi tra il tartufo « bianchetto » (*Tuber Borchii* Vitt.) ed i pioppi americani detti canadesi. - *Annali Accad. Agric. Torino*, **76**, 3.

MATTIROLO, O., 1934 - Un nuovo simbionte dei pioppi canadesi. Nota I. - *Annali Accad. Agric. Torino*, **77**, 131.

MELIN, E., NILSSON, H., 1957 - Transport of C^{14} labelled photosynthate to the fungal associate of pine mycorrhizae. - *Svensk bot. Tidskr.*, **51**, 166.

MELIN, E., NILSSON, H., HACSKAYLO, E., 1958 - Translocation of cation to seedlings of *Pinus virginiana* through mycorrhizal mycelium. - *Bot. Gaz.*, **119**, 243.

MODESS, O., 1941 - Zur Kenntnis der Mykorrhizabildner von Kiefer und Fichte. - *Symb. bot. upsal.*, **5** (1), 1.

PACHLEWSKI, R., 1967 - Studies on mycorrhizal fungi of pine (*Pinus sylvestris* L.). *Lactarius rufus* (Scop. ex Fr.) Fr. and *Rhizopogon luteolus* Fr. and Nordh. under natural conditions and in pure culture. - *IUFRO XIV Kongress, München*, **5**, 12.

PEYRONEL, B., 1920 - Alcuni casi di rapporti micorrizici tra boletinee ed essenze arboree. - *Staz. sper. agr. ital.*, **53**, 24.

RAYNER, M. C., 1938 - The use of soil or humus inocula in nurseries and plantations. - *Emp. For. J.*, **17**, 236.

SAPPA, F., 1940 - Ricerche biologiche sul *Tuber magnatum* Pico. La germinazione delle spore e caratteri della micorriza. - *Nuovo G. bot. ital.*, **47**, 155.

SCOTT, C. W., 1960 - Pinus radiata - *F.A.O. For.* and *For. Prod. Stud.*, **14**, 1.

SMITH, A. H., ZELLER, S. M., 1966 - A preliminary account of the North American species of *Rhizopogon*. - *Mem. N. Y. bot. Gdn*, **14** (2), 1.

TRAPPE, J. M., 1964 - Mycorrhizal hosts and distribution of *Cenococcum graniforme*. - *Lloydia*, **27**, 100.

TRAPPE, J. M., 1967 - Pure culture synthesis of Douglas-Fir mycorrhizae with species of *Hebeloma*, *Suillus*, *Rhizopogon* and *Astraeus*. - *Forest Sci.*, **13** (2), 121.

WRIGHT, E., 1963 - Ectotrophic mycorrhizae on pine seedlings in Oregon. - *Ecology*, **44**, 173.

YOUNG, H. E., 1937 - *Rhizopogon luteolus*, a mycorrhizal fungus of *Pinus*. - *Forestry*, **11**, 30.

ZAK, B., 1962 - Direct isolation of fungal symbionts from Pine mycorrhizae. - *Phytopathology*, **52**, 34.

ZAK, B., BRYAN, W. C., 1963 - Isolation of fungal symbionts from Pine mycorrhizae. - *Forest Sci.*, **9**, 270.

ZAK, B., MARX, D. H., 1964 - Isolation of mycorrhizal fungi from roots of individual Slash Pines. - *Forest Sci.*, **10**, 214.